第 37 卷第 5 期 生 态 学 报 Vol.37,No.5
2017 年 3 月 ACTA ECOLOGICA SINICA Mar.,2017

DOI: 10.5846/stxb201510062008
蔡永华,孙军平,杨营,王静,付文龙,朱萍,郑程莉,李宁,石磊,孟秀祥.迁地保育林麝体况及影响因素.生态学报,2017,37(5):1617-1622.
Cai Y H, Sun J P, Yang Y, Wang J, Fu W L, Zhu P, Zheng C L, Li N, Shi L, Meng X X.Studies on body condition scoring and influencing factors in captive forest musk deer.Acta Ecologica Sinica,2017,37(5):1617-1622.

迁地保育林麝体况及影响因素

蔡永华[1,2],孙军平[2],杨 营[1],王 静[2],付文龙[1],朱 萍[1],郑程莉[1],李 宁[2],石 磊[2],孟秀祥[2,*]

1 四川养麝研究所, 都江堰 611830
2 中国人民大学环境学院, 北京 100872

摘要:通过建立基于外貌性状的量化性体况评分标准,于 2012 年 7—10 月间对四川马尔康麝场的 586 头圈养林麝(雌麝 299 头,雄麝 287 头)进行了体况评分,并分析了相关变量对林麝体况得分的效应,结果表明:马尔康麝场圈养林麝的体况评分均值为 3.49(±0.02,n=586),大部分林麝(59.56%, n=349)的体况评分高于均值。雌麝体况评分均值(3.50±0.02,n=299)略高于雄麝(3.49±0.03,n=287)(P>0.05),成体麝体况评分(3.59±0.02,n=291)极显著地高于老龄林麝(3.38±0.09,n=27)和亚成林麝(3.35±0.03,n=184)(P<0.01)。林麝的体况得分与其年龄相关不显著(r=0.07,P>0.05),但亚成体及成体麝的体况评分与其年龄间的相关极显著(亚成体 r= 0.19, P<0.01; 成体 r= −0.16, P<0.01),而老龄麝体况评分与其年龄略呈负相关(r= −0.23, P>0.05)。S 模型 $y=e^{1.2811-0.0885/a}$(R^2=0.051, df=500, F=26.74, P<0.01)可近似拟合林麝体况得分和年龄的关系。此外,马尔康麝场泥地基底的改装圈舍中的林麝体况(3.52±0.03, n=197)显著优于原装青砖圈舍林麝评分(3.47±0.02, n=389)(P<0.05)。
关键词:林麝(*Moschus berezovskii*);迁地保育;体况评分;影响因素

Studies on body condition scoring and influencing factors in captive forest musk deer

CAI Yonghua[1,2], SUN Junping[2], YANG Ying[1], WANG Jing[2], FU Wenlong[1], ZHU Ping[1], ZHENG Chengli[1], LI Ning[2], SHI Lei[2], MENG Xiuxiang[2,*]

1 *Sichuan Institute of Musk Deer Breeding*, *Dujiangyan* 611830, *China*
2 *School of Environment and Natural Resources*, *Renmin University of China*, *Beijing* 100872, *China*

Abstract: The forest musk deer (*Moschus berezovskii*) has been endangered owing to the habitat loss and musk exploitation, and musk deer farming has become an effective measure to conserve wild populations and provide medicinal musk sustainably. In musk deer farming, the health condition of captive individuals will be closely related to the reproduction and the musk production. In this study, the body condition of captive forest musk deer (299 females and 287 males) in the Maerkang musk deer farm (MMF) was surveyed during July and October 2012, using the quantified criteria system. Furthermore, the potential effects of certain influencing factors were analyzed. The results showed that, the average body score of captive forest musk deer was 3.49 (±0.02, n=586), and most of individuals (59.56%, n=349) scored higher than the average. The body condition of all females (3.50±0.02) was better than that of all males (3.49±0.03), but the difference was not statistically significant (P > 0.05). The body condition of adults (4—9 years old) (3.59±0.02, n=291) was significantly better than that of older deer (older than 10 years) (3.38±0.09, n=27) and sub-adults (2—3

基金项目:四川省科技成果转化项目(11010110);国家自然科学基金项目(31170364);中国人民大学科学研究基金项目(中央高校基本科研业务费专项资金)(15XNLQ02); 中国人民大学"统筹支持一流大学和一流学科建设专项"项目;国家科技支撑计划(2013BAC09B02-6)

收稿日期:2015-10-06; **网络出版日期**:2016-07-13

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: meng2014@ ruc.edu.cn

years old) (3.35±0.03, n=184; P < 0.01). No significant correlation was found between musk deer's body condition and age (r=0.07, P > 0.05), but the body condition scores of the adults and sub-adults were highly significantly correlated with the animals' age (sub-adults: r=0.19, P < 0.01; adults: r=−0.16, P < 0.01); moreover, a significant negative correlation was observed between old individuals' and their age (r=−0.23, P > 0.05). The S model $y=e^{1.2811-0.0885/a}$ (R^2 = 0.051, df=500, F = 26.74, P < 0.01) fitted the relationship between the score of captive deer and its age. Furthermore, the body condition score of musk deer in the enclosures with earth-ground was higher than those in the enclosures with brick-ground.

Key Words: forest musk deer (*Moschus berezovskii*); *ex-situ* conservation; body condition scoring; influencing factors

麝类动物(*Moschus* spp.)是珍稀资源动物,其雄体所泌麝香被广泛用于亚洲传统医药及香水业[1]。我国是麝类资源最丰富的国家,但由于生境丧失和历史上的滥捕乱猎等原因,野生麝已极度濒危[2]。作为有效的异地保护(*ex situ* conservation)方式之一,驯养已成为保护和可持续利用麝类动物资源的重要方式[3-4]。

我国从 1958 年开始了麝类动物的迁地保育及驯养繁育,主要驯养麝种即是林麝(*M. berezovskii*)。自麝类驯养以来,学者们对麝类驯养的饲养管理、行为格局及疾病防控等方面做了大量研究[5-6],取得的诸多成果大力促进了我国麝类驯养及异地保育的发展。但在麝类驯养中仍存在生产性状退化、繁殖性能逐年下降、繁殖成活率偏低、群体死亡率高、种群增长速度缓慢等问题[7-9],这些问题的存在一般均与驯养麝体况较差相关联[10-11]。在长久的麝类驯养实践中,学者们提出了评估驯养麝体况的诸多方法[12-14],刘文华等[15]对陕西圈养林麝的体况也进行了初步评估,但迄今缺乏基于量化评分的圈养麝体况评估及关键影响因素确定,更缺乏对四川马尔康圈养林麝的相关研究。

本研究基于对四川养麝研究所所属的马尔康麝场圈养林麝体况的量化评分,探察了影响林麝体况的关键因素,其结果可为我国濒危麝类保育及驯养生产力的提高提供参考。

1 研究地区自然概况

本研究于 2012 年 7—10 月间在四川养麝研究所所属的马尔康麝场进行。麝场位于四川阿坝州马尔康县野生林麝自然分布区内,地处岷山山脉,属低纬度、高海拔的高山峡谷立体气候,冬干夏湿、雨热同季、日照充足、昼夜温差大。麝场所在地海拔 2600 m,年均温 2.5—6.4 ℃,最热月(7 月)极端高温 32.6 ℃,最冷月(1 月)极端低温-28 ℃,平均昼夜温差 12—14 ℃,平均季节温差 21.6—25.3 ℃,年降水量 753 mm,年均日照大于 2000 h,无霜期 120 d。

2 研究方法

2.1 样本动物及分组

四川养麝研究所是我国首批兴建的麝类动物繁育中心之一,其所属的马尔康麝场由 15 个饲养区组成,每区由 5—8 个麝圈组成,每圈由 1 个活动场(100—200 m^2)和 4 个小舍(每舍 2—3 m^2)组成,活动场中央区域有砖制隐蔽台。每个麝圈驯养林麝 4—6 头。

马尔康麝场现有存栏林麝 800 余头,均为自繁后代。每个饲养区由专职饲养员负责饲喂及日常管理。林麝饲料由精饲料和人工采集的树叶组成,每日饲喂 2 次(夏季 06:00 和 19:00;冬季 08:00 和 17:00)。饲养员喂料时进行圈舍清洁等工作,每圈每次耗时约 10min 左右,余时林麝很少受到惊扰。林麝自幼即扎有塑料耳标,可实现个体识别。

按圈舍基底将饲养区区分为原装圈舍饲养区(区 11、区 13、区 15 等 3 个饲养区,其圈舍沿袭麝类驯养初期的配置,活动场地面铺设青砖,砖质地表有青苔附生,砖缝间有杂草着生)和改装圈舍饲养区(区 1、区 5、区 7、区 8、区 12 等 5 个饲养区,其圈基底为硬化的平实泥地地面,硬度小于砖质基底)。

本研究涉及 586 头实验林麝(雌麝 299 头,雄麝 287 头)。按其年龄,实验麝个体被划分为亚成体麝(2—3 岁)、成体麝(4—9 岁)和老龄麝(≥10 岁)3 个年龄组。

2.2　体况评分及数据收集

依据报道的麝类动物生态生物学特征、健康度和生产性能指标[6, 8,15-16],参照家畜体况评分标准[17-19],并结合对林麝的饲养管理实践,制定了圈养林麝的体况评分标准(表 1)。

林麝体况评分于 2012 年 7—10 月间进行。基于体况评分标准的制定、研究人员培训和预评估,确保研究人员采用共同的体况标准。在实际进行体况评分时,由 3—5 名研究人员及饲养员对同一林麝个体进行同时打分,取平均值作为林麝个体的体况评分分值。

表 1　圈养林麝体况评分标准

Table 1　Criterion of body condition scoring in captive forest musk deer

体况评分 Body condition score	毛色 Coat color	精神状态 Mental status	肷窝 Area between rib and hipbone	臀部两侧 Hip side	脊椎部 Spine area	髋骨、坐骨结节 Tuber of coxae and ischium
1	被毛杂乱、光暗	差	严重下陷	严重下陷	非常突出	非常突出
2	被毛无光泽	中下	明显下陷	明显下陷	明显突出	明显突出
3	被毛光泽一般	中	稍显下陷	稍显下陷	稍显突出	稍显突出
4	被毛有光泽	中上	平直	平直	平直	不显突出
5	被毛光亮、顺服细洁	好	丰满	丰满	丰满	丰满

2.3　数据整理及分析方法

应用 Kolmogorov-Smirnov Test 进行林麝体况评分数据的正态性检验,并计算其偏斜度和峰度。依照数据的正态性,选用参数检验方法(ANOVA)或非参数检验方法(Mann-Whitney U 和 Kruskal-Wallis Test)检验性别、年龄及圈舍等因素对圈养林麝体况评分的效应,并进行上述因素和体况评分间的 Pearson 相关分析。显著性水平设置为 $P=0.05$, 极显著性水平设置为 $P=0.01$。所有分析均在 SPSS 11.0 下进行。

3　结果与分析

3.1　马尔康驯养林麝体况概述

如图 1 所示,马尔康麝场圈养林麝体况评分数据呈非正态分布($Z=2.463$, $P<0.01$, $n=586$)。曲线偏斜度为−0.706(±0.101,$n=586$),数据偏向高值一端,峰度为 1.401(±0.202,$n=586$)。圈养林麝的体况评分区间为 1.8—4.75 分,均值为 3.49(±0.02,$n=586$),体况得分达均值以上个体占 59.56%($n=349$),评分在 4.0 以上个体占 10.41%($n=61$)。

3.2　驯养林麝体况评分的性别间差异

区分性别,雌麝评分均值(3.50±0.02,$n=299$)以上个体为 62.21%($n=186$),雄麝均值(3.49±0.03,$n=287$)以上个体为 56.79%($n=163$),但雌、雄麝间的体况评分无显著差异(Mann-Whitney Test,$Z=-0.555$, $P=0.58>0.05$)。因性别对体况评分的效应不显著,以下部分中,雌雄麝的体况评分数据合并分析。

3.3　驯养林麝体况与年龄的关系

林麝年龄与其体况评分相关不显著($r=0.07$, $P=0.15>0.05$, $n=502$)。区分年龄组,亚成体林麝年龄与其体况得分间呈极显著的正相关($r=0.19$, $P=0.01$, $n=184$),成体麝年龄与其体况评分呈极显著的负相关($r=-0.16$, $P=0.01$, $n=291$),老龄林麝年龄与其体况评分呈不显著的负相关($r=-0.23$, $P=0.25>0.05$, $n=27$)。各龄林麝的体况评分如图 2 所示,雌雄林麝体况评分在各年龄的分布有类似趋势。

对林麝体况评分及年龄的关系进行拟合,cubic 模型 $y=3.0594+0.3449a-0.0643a^2+0.0034a^3$ 可较好地拟合雌麝体况与其年龄的关系($R^2=0.079$, $df=245$, $F=6.98$, $P<0.01$),inverse 模型 $y=3.6332-0.3921/a$ 可较好地拟合雄麝体况与其年龄的关系($R^2=0.078$, $df=251$, $F=21.28$, $P<0.01$)。不区分性别,S 模型

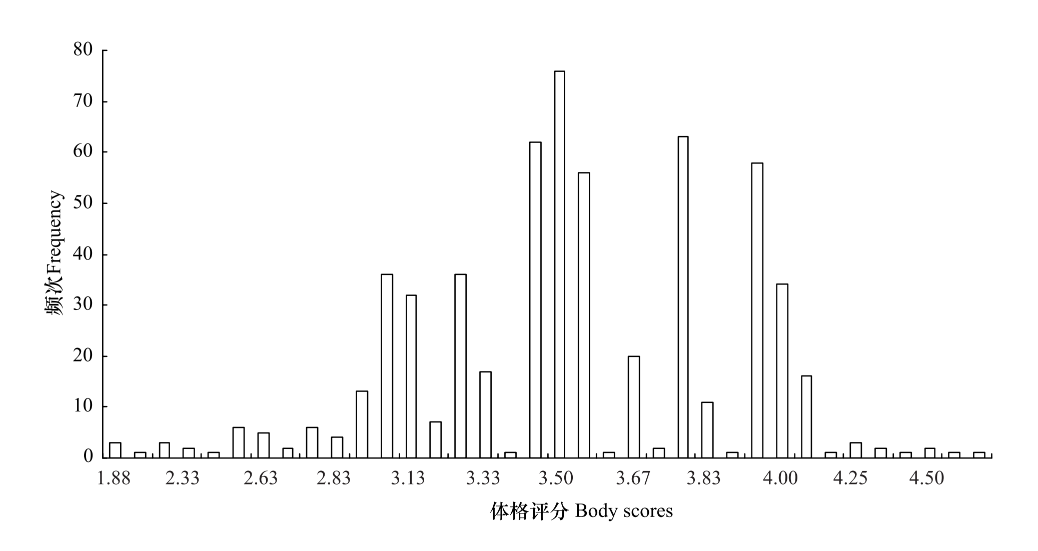


图 1 驯养林麝体况评分分布

Fig.1 Distribution of body condition of captive forest musk deer

$y=e^{1.2811-0.0885/a}$拟合林麝体况评分和年龄的关系,拟合度较好($R^2=0.051$, $df=500$, $F=26.74$, $P<0.01$)。

亚成体、成体和老龄林麝的体况评分有显著差异(Kruskal-Wallis Test, $\chi^2=48.25$, $df=2$, $P<0.01$)。成体麝体况评分(3.59±0.02, $n=291$)显著高于老龄林麝(3.38±0.09, $n=27$)(Mann-Whitney Test, $Z=-2.408$, $P=0.016<0.05$)和亚成林麝(3.35±0.03, $n=184$)(Mann-Whitney Test, $Z=-6.85$, $P<0.01$),而亚成体与老龄林麝评分无显著差异(Mann-Whitney Test, $Z=-0.645$, $P=0.519>0.05$)。

3.4 林麝体况与饲养区圈的关系

各饲养区的雌、雄圈养林麝的体况评分如图 3 所示。不区分性别,改装圈舍(泥地基底)中的林麝评分(3.52±0.03, $n=197$)显著高于原装圈舍(青砖基底)中的林麝评分(3.47±0.02, $n=389$)(Mann-Whitney Test, $Z=-2.15$, $P=0.03<0.05$)。

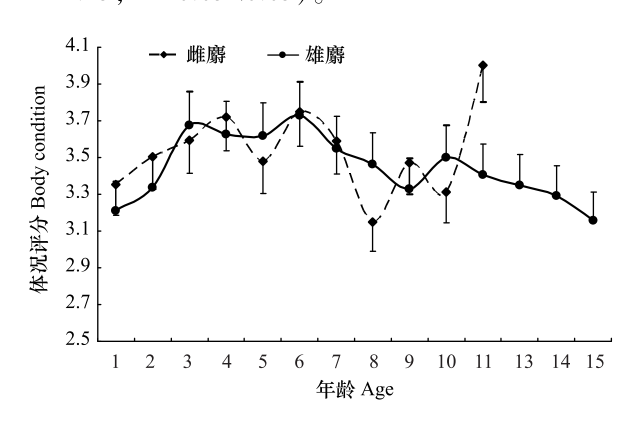


图 2 各年龄林麝体况评分的分布

Fig.2 Body condition of captive forest musk deer in age-class

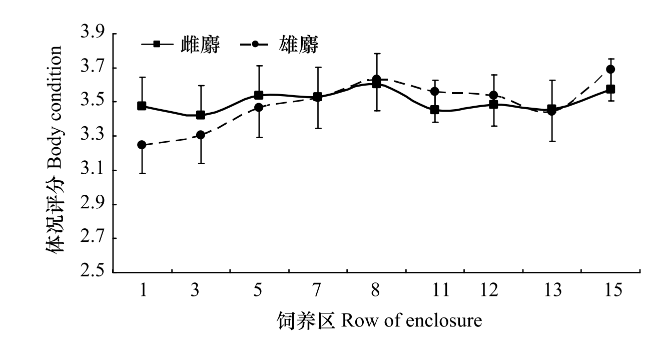


图 3 各饲养区的林麝体况评分

Fig.3 Body condition of captive forest musk deer in rows of enclosures

区 11、13、15 为改装圈舍饲养区,其余为原装圈舍饲养区

4 讨论

本研究表明,马尔康麝场圈养林麝的体况得分均值为 3.49,大部分个体(59.56%)的体况评分达均值以上,说明马尔康麝场圈养林麝的体况总体良好,但评分在 4.0 以上个体仅占 10.41%,也说明其驯养管理和林麝体况等尚有较大上升空间。

野生麝对生境、食物及卧息地等资源的生态生物学需求无性别差异[20-21],圈养环境对雌雄圈养林麝的影

响强度和个体的响应方式及强度等方面不存在性别间差异[22],而麝类动物能量需求的季节格局等也具有极大的相似性[23]。本研究结果印证了上述论断,即圈养林麝的体况评分无显著的性别间差异。但本研究也表明,雌麝体况得分达均值以上的比例(62.21%)高于雄麝(56.79%)。在驯养生产实践中,因雄麝的健康度与其麝香分泌和发情交配等直接相关[12],为提高麝香产量和繁殖性能,康麝场应特别注意对其雄麝的体况进行针对性的改良。

圈养麝的体况与其年龄、生理阶段和繁殖季节相关[7, 13-14]。本研究中的圈养林麝体况和年龄的关系呈现比较复杂的格局。成体林麝的体况得分(3.59)最高,显著优于亚成体麝(3.35)和老龄麝(3.38)。此外,亚成体林麝体况与其年龄呈正相关,而成体麝及老龄麝的体况评分与年龄呈负相关。一般地,麝类动物在 1—2 岁达体成熟,在 3 岁龄以后方能达到性成熟[6,14]。本研究中的亚成体麝尚未达完全性成熟,随其年龄增长,脂肪蓄积等逐渐增加,其体况得分逐渐上升,表现出年龄和体况评分的正相关性,而成体麝,尤其是老龄个体,已经达到完全性成熟阶段,随年龄增长,其体况即呈下降趋势。此外,圈养林麝的环境为人工环境,圈舍内的资源配置与自然生境迥异,圈养林麝个体的领域格局和活动格局等也与野生麝不同,圈养林麝承受来自圈养环境的综合胁迫,并终而使其体况受到影响。马尔康圈养林麝全为自繁后代,与甘肃兴隆山的圈养高山麝(*M. sifanicus*)类似,圈养林麝的年龄即是被圈养的年数,年龄越大,受圈养环境胁迫的时间和强度也越大[16, 22],这也会导致其体况逐年下降。在麝类驯养实践中,为提高麝类驯养的麝香产量和繁殖成效等生产力指标,麝场应按麝的年龄及圈养年数进行分组,建立针对性的饲养管理和疾病防治系统,力保各年龄组林麝的体况均能得到优化。

圈舍为圈养动物所栖息的人工环境,其设施、条件和配置等均会影响圈养动物的发育和生长。圈养高山麝的圈舍环境影响其行为格局、活动率和繁殖[23-24]。在本研究中,原装圈舍林麝的体况评分显著低于改装圈舍。马尔康麝场的原装圈舍沿袭麝类驯养初期的配置,其活动场基底为铺设的青砖地面,因麝类动物的日常活动率较高,尤其是繁殖交配季节的打斗和追配等均在青砖基底进行,硬度极大的青砖地面可导致麝类动物蹄的磨损、受伤和感染,终而导致其健康和体况发育受到直接影响[12, 25]。此外,由于年代久远,青砖地面有较多的青苔和杂草着生,极不利于对圈舍的彻底消毒和防疫,疾病发生率相对较高[14],并直接导致圈养林麝的体况下降,甚至降低其存活率。而改装圈舍活动场的地表基底为硬化的平实泥地地面,硬度相对较小,近似于林麝的自然生境基底,足部磨损和染病很少发生,也利于对圈舍进行彻底清洁和消毒,其内林麝疾病发生相对较低。综合上述,就驯养效果及林麝体况而言,改装圈舍的泥地基底优于原装圈舍的青砖基底,可以在该场内进行推广,并可为其他麝类驯养场借鉴。

相对于畜牧学上通行的目测法或身高比率计算等方法,本研究使用的基于动物外貌性状的体况评分法最大的优点是简便易行、易学、易于推广普及,不需任何特殊的工具和设备,可快速得出结果,而且饲养员、生产管理者及研究人员可基于同样的指标和标准共同参与,增加了评估结果的可比较性[17-19],具有广泛的应用领域和范围,可以在麝类迁地保育及麝类驯养业进行推广。

参考文献(References):

[1] Meng X X, Feng J C, Yun M Y, Wang B, Cody N. Relationships between musk extraction, social rank and tail-rubbing in male Alpine musk deer, *Moschus sifanicus*. Biologia, 2011, 66(5): 928-932.

[2] Geng S S, Ma S L. Decline of musk deer in China and prospects for management. Environmental Conservation, 2000, 27(4): 323-325.

[3] Meng X X, Gong B C, Ma G, Xiang L L. Quantified analyses of musk deer farming in China: a tool for sustainable musk production and ex situ conservation. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2011, 24(10): 1473-1482.

[4] Yang Q, Meng X X, Xia L, Feng Z J. Conservation status and causes of decline of musk deer (*Moschus spp.*) in China. Biological Conservation, 2003, 109(3): 333-342.

[5] 孟秀祥, 杨奇森, 冯祚建, 夏霖, 王培民, 蒋应文, 白正清, 李国林. 圈养马麝夏秋冬活动格局的比较. 兽类学报, 2002, 22(2): 87-97.

[6] 盛和林, 刘志霄. 中国麝科动物. 上海: 上海科学技术出版社, 2007.

[7] 张保良. 麝的驯养. 北京: 农业出版社, 1979.

[8] 罗燕, 程建国, 蔡永华. 麝资源保护与利用. 成都: 四川美术出版社, 2012

[9] 王永奇, 盛岩, 刘文华, 李斐然, 唐婕, 孟秀祥. 陕西凤县驯养林麝的种群动态、性比和年龄结构. 生态学报, 2015, 35(15): 4986-4992.

[10] Meng X X, Sih A, Cody N. Quantified analyses of aggression pattern in a captive population of musk deer (*Moschus sifanicus*). Annals of Animal Science, 2012, 12(3): 413-421.

[11] 孟秀祥, 冯金朝, 周宜君, 杨奇森, 冯祚建, 夏霖, 孟智斌, 华星. 野捕和圈养繁殖雄性马麝行为格局的比较. 应用生态学报, 2006, 17(11): 2084-2087.

[12] Zhang B L. Musk deer: their capture, domestication and care according to Chinese experience and methods. Unasylva, 1983, 35(139): 16-18.

[13] 任战军. 人工养麝与取香技术. 北京: 金盾出版社, 2003.

[14] 王永生. 麝香生产技术. 北京: 中国农业出版社, 2004.

[15] 刘文华, 王永奇, 唐婕, 李斐然, 张保良. 林麝生物学特性观察及体况等级评定标准. 经济动物学报, 2011, 15(3): 145-148.

[16] 孟秀祥, 杨奇森, 冯祚建, 徐宏发. 兴隆山自然保护区麝场圈养马麝刻板行为的比较. 生态学杂志, 2007, 26(3): 355-358.

[17] 张颖, 黄必志, 毛华明. 关于绵羊的体况评分. 中国畜牧兽医, 2006, 33(5): 22-24.

[18] 张富全, 张西顺, 谭萍. 绒山羊母羊配种前体况对繁殖性能的影响. 草食家畜, 2003, (2): 35-36.

[19] 孙亮, 吴建平, 杨联, 赵海军, 宫旭胤. 母羊的体况评分方法及其在生产中的应用. 湖南农业科学, 2006, (7): 148-149, 153-153.

[20] 佟梦, 潘世秀, 王向伟, 安谈红, 冯金朝, 孟秀祥. 甘肃兴隆山自然保护区马麝夏季栖息地特征及生境选择格局. 动物学研究, 2010, 31(6): 610-616.

[21] 杨萃, 马光, 孟秀祥, 徐宏发. 凉山山系林麝夏季利用生境特征. 生态学杂志, 2011, 30(1): 18-23.

[22] Meng X X, Zhou C Q, Hu J C, Li C, Meng Z B, Feng J C, Zhou Y J, Zhu Y J. The musk deer farming in China. Animal Science, 2006, 82(1): 1-6.

[23] Meng X X, Yang Q S, Xia L, Feng Z J, Jiang Y W, Wang P M. The temporal estrous patterns of female alpine musk deer in captivity. Applied Animal Behavior Science, 2003, 82(1): 75-85.

[24] 康发功, 盛岩, 马冷桃, 孟秀祥. 兴隆山自然保护区驯养马麝的麝香分泌及与其种群动态和年龄结构的关系. 生态学报, 2015, 35(15): 4993- 4999.

[25] Homes V. On the Scent: Conserving Musk Deer-The Uses of Musk and Europe's Role in its Trade. Brussels: TRAFFIC, Europe, 1999.